

539,526

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



Rec'd PCT/PTO 17 JUN 2005



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Juli 2004 (08.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/057290 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01L 7/08

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002756

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. August 2003 (18.08.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 60 105.4 19. Dezember 2002 (19.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHAEFER, Frank
[DE/DE]; Otto-Erbe-Weg 52, 72070 Tuebingen (DE). WE-
BER, Heribert [DE/DE]; Im Hoefle 28, 72622 Nuertin-
gen (DE). BENZEL, Hubert [DE/DE]; Stellenackerstr.
3, 72124 Pliezhausen (DE). MUCHOW, Joerg [DE/DE];
Baumsatzstrasse 55, 72124 Pliezhausen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

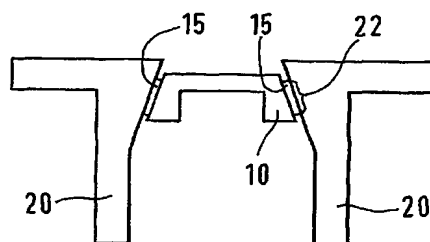
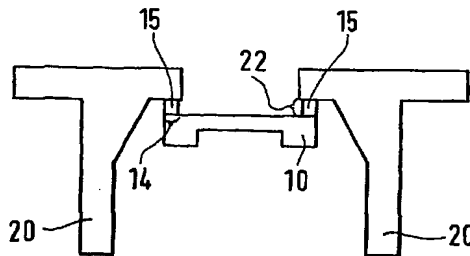
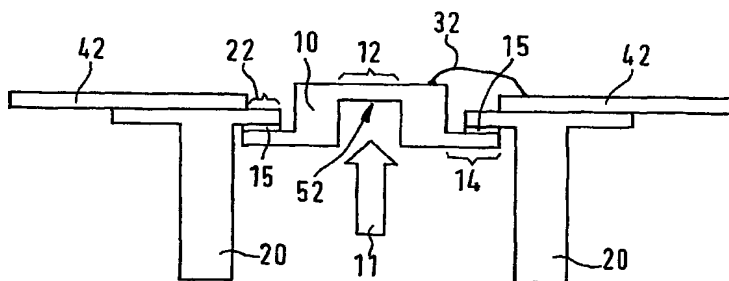
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: (HIGH) PRESSURE SENSOR FEATURING PRESSURE LOADING OF THE FASTENING ELEMENT

(54) Bezeichnung: (HOCH) DRUCKSENSOR MIT DRUCKBELASTUNG DER BEFESTIGUNG



(57) Abstract: Disclosed is a pressure sensor ele-
ment (10) which is fastened to a base (20) in such a
way that the connection (15) is stressed by pressure
rather than traction as is usually the case when being
loaded.

(57) Zusammenfassung: Ein Drucksensorelement
(10) ist an einem Sockel (20) so befestigt, dass die
Verbindung (15) bei Belastung auf Druck belastet
wird, und nicht wie üblich auf Zug.

WO 2004/057290 A1

BEST AVAILABLE COPY



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(HOCH) DRUCKSENSOR MIT DRUCKBELASTUNG DER BEFESTIGUNG

5

Drucksensor

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Drucksensor nach der Gattung des Hauptanspruchs. Es sind bereits mikromechanische Siliziumdrucksensoren bekannt, wobei durch die Einbringung einer Kaverne in einem Siliziumchip eine Membran erzeugt wird. Ein solcher Siliziumsensor ist beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 199 57 556 offenbart. Hierbei wird die Kaverne beispielsweise durch anisotropes KOH-Ätzen erzeugt.

Vorteile der Erfindung

20

Der erfindungsgemäße Drucksensor mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass ein einfacher und kostengünstiger Aufbau für die Herstellung eines Drucksensors vorgeschlagen wird. Insbesondere dient der erfindungsgemäße Drucksensr der Messung hoher Drücke, wobei der erfindungsgemäße Drucksensor dennoch eine hohe Überlastsicherheit aufweist. Weiterhin ist es erfindungsgemäß auch möglich, den Drucksensor für geringe Drücke einzusetzen.

25

Dadurch hat der erfindungsgemäße Drucksensor den Vorteil, dass eine kostengünstige Herstellung eines mikromechanischen Sensors für geringe bis hohe Drücke (bis bzw. über 1000 bar) möglich ist. Damit ist es möglich, kostengünstig einen Drucksensor bereitzustellen, der für eine große Bandbreite von unterschiedlichen Drücken einsetzbar ist. Dadurch können die

30

Stückzahlen erhöht werden und die Kosten weiter gesenkt werden. Durch die erfindungsgemäße Anordnung ist es weiterhin möglich, eine Trennung von Druckmedium und Auswerteschaltung zu bewirken. Insbesondere ist es von Vorteil, dass die Verbindungen zwischen dem ersten und dem zweiten Befestigungsbereich nur auf Druck belastet werden. Dies bedeutet, dass die Kraftwirkung, die auf den Membranbereich zur Messung eines Drucks wirkt, die Wirkung hat, dass der erste Befestigungsbereich auf den zweiten Befestigungsbereich hin gedrückt wird.

35

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Drucksensors möglich.

Besonders vorteilhaft ist, dass das Drucksensorelement aus Halbleitermaterial und/oder in
5 Bulkmikromechanik hergestellt vorgesehen ist. Dadurch ist es möglich, das Drucksensorelement und damit den Drucksensor besonders kostengünstig und betriebssicher herzustellen. Weiterhin ist es von Vorteil, dass der Drucksensor für hohe Drücke bis ca. 1000 bar bzw. für hohe Drücke über 1000 bar vorgesehen ist. Dadurch ist der Drucksensor besonders kostengünstig und wegen der Verwendbarkeit in einem großen Druckbereich in großen Stückzahlen herstellbar. Weiterhin ist es
10 von Vorteil, dass das Befestigungselement hinsichtlich seines Temperatúrausdehnungskoeffizienten an das Sensorelement angepasst vorgesehen ist. Dadurch ist es möglich, dass durch Temperaturschwankungen nur geringe Spannungen in das Sensorelement eingebracht werden bzw. dass der Drucksensor nicht nur in einem großen Druckbereich sondern auch in einem großen Temperaturbereich verwendbar ist. Weiterhin ist es von Vorteil, dass
15 zwischen dem ersten Befestigungsbereich und dem zweiten Befestigungsbereich ein Verbindungsmaterial vorgesehen ist, wobei das Verbindungsmaterial insbesondere vergleichsweise weich vorgesehen ist. Dadurch können mechanische Spannungen aufgrund von Temperaturschwankungen ebenfalls gut ausgeglichen werden. Weiterhin ist es von Vorteil, dass im Membranbereich Widerstandselemente vorgesehen sind. Dadurch ist es mit einfachen Mitteln
20 und damit kostengünstig möglich, Drücke in großen Druckbereichen zu messen. Weiterhin ist es von Vorteil, dass die Verbindungsfläche zwischen dem ersten Befestigungsbereich und dem zweiten Befestigungsbereich parallel oder schräg bzw. in einem spitzen Winkel zur Membranebene vorgesehen ist. Dadurch ergeben sich vielfältige Variationsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Drucksensors. Weiterhin ist es von Vorteil, dass sich der Querschnitt des
25 Befestigungselements zum zweiten Befestigungsbereich hin verjüngt. Dadurch ist es möglich, den Sensorchip in einfacher Weise zentriert zu montieren.

Zeichnung

30 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen Figur 1 einen bekannten mikromechanischen Siliziumdrucksensor nach dem Stand der Technik,

35 Figur 2 ein erfindungsgemäßer Drucksensor als Absolutdrucksensor,
Figur 3 ein erfindungsgemäßer Drucksensor als Relativdrucksensor,

Figur 4 verschiedene Zwischenschritte zur Herstellung des Sensorelementes,
Figur 5 eine erste Aufbauvariante des erfindungsgemäßen Sensors und
Figur 6 eine zweite Aufbauvariante des erfindungsgemäßen Sensors.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist der allgemein übliche Aufbau von mikromechanischen Siliziumdrucksensoren dargestellt. Ein Siliziumsubstrat 110 ist mit einer Kaverne 152 versehen, welche eine nicht näher mit einem Bezugszeichen versehene Membran stehen lässt. Das Siliziumsubstrat 110 ist mit einem mit einer Bohrung versehenen Glas 150 verbunden, welches mit einem Lot 160 auf einen Sockel 120 gelötet ist. Der Sockel 120 ist einstückig mit einem Druckanschlussrohr 120 verbunden. Weiterhin sind nicht näher mittels eines Bezugszeichens versehene und auf der Oberseite des Siliziumsubstrats 110 befindliche Messwiderstände über einen oder mehrere Bonddrähte 132 mit einem Anschlussstift 130 verbunden, welche mittels einer Einglasung 131 von dem Sockel 120 elektrisch getrennt sind. Die Kaverne 152 des Siliziumsubstrats 110 weist eine typische Ätزشräge auf, die in etwa pyramidenstumpfförmig geformt ist. Hierdurch ergibt sich ein trapezförmiger Querschnitt. Diese pyramidenstumpfförmige Aussparung unterhalb der Sensormembran ergibt sich bei der Verwendung eines Siliziumsubstrats, welches eine (100)-Orientierung aufweist, weil eine KOH-Ätzung unterschiedliche Ätzzraten in unterschiedliche Kristallrichtungen aufweist. Als nachteilig erweist sich bei dem bekannten Drucksensor, dass als Druckangriffsfläche die pyramidenstumpfförmige Aussparung an ihrem größten Querschnitt, d.h. an der Rückseite des Siliziumsubstrats, maßgebend ist. Dadurch wirken große Zugkräfte auf das Glas 150 und das Lot 160. Hierdurch weist der Siliziumsensor beim Stand der Technik nur einen vergleichsweise geringen Berstdruck auf. Drucksensoren werden oft in Bulkmechanik hergestellt und auf Glas anodisch gebondet. Zur Rückseitendruckbeaufschlagung wird der Sensor auf einen gelochten Sockel gelötet. Bei Druckbeaufschlagung werden das Glas und die Verbindungsstellen Silizium-Glas und Glas-Lot-Sockel stark auf Zug belastet, so dass Druckbelastungen über 100 bar nur schwer zu realisieren sind. Für höhere Drücke werden teure Aufbaukonzepte verwendet, die z.T. eine Metallmembran verwenden (z.B. Dünnschicht auf Metallmembran, mikromechanischer Drucksensor mit Ölvorlage).

In Figur 2 ist ein erfindungsgemäßer Drucksensor dargestellt. Ein Drucksensorelement 10, welches insbesondere aus einem Halbleitermaterial und hier insbesondere aus Silizium vorgesehen ist, weist auf einer Vorderseite ein Membranbereich 12 auf. Auf der Rückseite des Membranbereichs 12 ist im Drucksensorelement 10 eine geätzte Kaverne 52 ausgebildet, die insbesondere mittels eines Trenchätzverfahrens von der Rückseite in das Drucksensorelement 10

eingbracht wurde. In Figur 2 sind mit dem Bezugszeichen 16 Messwiderstände auf dem Membranbereich 12 des Drucksensorelements 10 angedeutet, die jedoch in den weiteren Figuren der Einfachheit halber nicht dargestellt, jedoch mitzudenken sind. Das Drucksensorelement 10 weist in Figur 2 im Bereich seiner Rückseite einen Befestigungsbereich 14 auf, der im folgenden als erster Befestigungsbereich 14 bezeichnet wird. Der Drucksensorchip 10, d.h. das Drucksensorelement 10, wird in der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform insbesondere so hergestellt, dass er seitliche Auskragungen 17 hat, mittels derer er in bzw. an einem Sockel 20 befestigt werden kann. Bei dieser Befestigungsart treten bei Druckbeaufschlagung nur Druckspannungen auf. Die durch die Druckbeaufschlagung auf das Drucksensorelement 10 ausgeübte Kraft ist in Figur 2 mit einem Pfeil und dem Bezugszeichen 11 dargestellt.

Zur Herstellung des erfindungsgemäßen Drucksensors wird das Drucksensorelement 10 mit dem Sockel 20 verbunden, wobei der Sockel 20 im Folgenden auch als Befestigungselement 20 bezeichnet wird. Das Befestigungselement 20 weist ebenfalls einen Befestigungsbereich 22 insbesondere im Bereich des zuvor erwähnte Auskragung 17 auf, der im folgenden als zweiter Befestigungsbereich 22 bezeichnet wird. Zwischen dem ersten Befestigungsbereich 14 und dem zweiten Befestigungsbereich 22 ist ein Verbindungsmaterial 15 vorgesehen. Als Verbindungsmaterial 15 können z.B. Lote (Metall, Glas) oder Kleber verwendet werden. Bevorzugt besteht der Sockel 20 aus dem Material Kovar und ist somit bzgl. seines thermischen Ausdehnungskoeffizienten an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Materials des Drucksensorelements 10, d.h. insbesondere an Silizium, angepasst. Da das bevorzugte Sockelmaterial Kovar schlecht bearbeitbar ist, wird der Sockel 20 bevorzugt mittels der Technik des „metal injection molding“ hergestellt. Das Verbindungsmaterial 15 ist bevorzugt relativ weich, um mechanische Spannungen bei Temperaturwechseln abzufangen.

In Figur 2 ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Drucksensors als Absolutdrucksensor dargestellt. Hierbei ist eine vakuumdichte Kappe 40 um die Vorderseite des Drucksensorelements 10 vorgesehen. Der Sockel 20 umfasst wiederum in seinem unteren Teil und nicht näher mit einem Bezugszeichen dargestellt ein Druckanschlussrohr. Weiterhin sind die auf der Oberseite des Drucksensorelements 10 befindlichen Messwiderstände 12 über einen oder mehrere Bonddrähte 32 mit einem oder mehreren Anschlussstift(en) 30 verbunden, welche mittels einer Einglasung 31 von dem Sockel 20 elektrisch getrennt sind. Die Kappe 40 umschließt ein Referenzvolumen 41, das beispielsweise evakuiert vorgesehen ist. Dadurch kann der Absolutdruck auf der Rückseite des Drucksensorelements 10, d.h. auf der dem Referenzvolumen 41 abgewandten Seite des Drucksensorelements 10, gemessen werden.

In Figur 3 ist ein erfindungsgemäßer Drucksensor als Relativdrucksensor dargestellt. Wiederum ist das Drucksensorelement 10 mit seinem ersten Befestigungsbereich 14 und seinem Membranbereich 12 dargestellt. Weiterhin ist wiederum der Sockel 20 mit seinem zweiten Befestigungsbereich 22 dargestellt. Weiterhin ist wiederum das Verbindungsmaterial 15 zwischen dem ersten und dem zweiten Befestigungsbereich 14, 22 und die auf das Drucksensorelement 10 ausgeübte Druckkraft 11 bzw. Kraftwirkung 11 dargestellt. In Figur 3 ist mit dem Bezugszeichen 42 eine Leiterplatte dargestellt. Die elektrischen Zuführungen zwischen der Leiterplatte 42 und dem Drucksensorelement 10 sind wiederum über Bonddrähte 32 realisiert. Die Leiterplatte 42 kann erfindungsgemäß auch als Hybrid 42 vorgesehen sein.

In Figur 4 sind verschiedene Zwischenschritte zur Herstellung des Sensorelementes 10 dargestellt. Ein Substrat 50, insbesondere ein Halbleitersubstrat 50 als bevorzugtes Material für das Sensorelement 10, wird gemäß bekannten Verfahren prozessiert. Hierbei wird insbesondere eine Kaverne 52 in die Rückseite des zukünftigen Drucksensorelements 10 geätzt, vgl. Figur 4a. Hierbei findet erfindungsgemäß insbesondere ein Trenchätzverfahren oder ein – wie im Zusammenhang mit Figur 1 erläutert – KOH-Ätzverfahren Anwendung. Durch die Ätzung der Kaverne 52 entsteht im Bereich der Vorderseite des zukünftigen Drucksensorelements 10 der Membranbereich 12. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden vor dem Ätzen der Kaverne 52 auf der Vorderseite des zukünftigen Drucksensorelements 10 piezoresistive Widerstände auf der Membran und ggf. zusätzlich eine integrierte Auswerteschaltung im Substrat 50 neben der Membran erzeugt. Weder die Widerstände noch die Auswerteschaltung sind jedoch in Figur 4 dargestellt. In Figur 4b ist ein weiterer Schritt zu Herstellung der Drucksensorelemente 10 dargestellt: von der Vorderseite her werden Einkerbungen 54 realisiert. Figur 4a und Figur 4b stellen jeweils Seitenansichten des erfindungsgemäßen Drucksensorelements 10 entlang eines Schnittes durch den Membranbereich 12 dar. Die Einkerbungen 54 werden erfindungsgemäß insbesondere durch Ätztechniken wie Hochratentrechätzen oder durch Sägen mit einem breiten Sägeblatt hergestellt. Die Form der Einkerbungen, wie zum Beispiel quadratisch, rund, etc., ist dabei frei wählbar. In Figur 4c ist eine Draufsicht auf eine Anzahl von solchermaßen vorbereiteten zukünftigen Drucksensorelementen 10 dargestellt, wobei der Membranbereich 12 besonders hervorgehoben ist.

Im Anschluss an diese Vorbereitungsschritte werden die noch zusammenhängenden (vgl. Figuren 4a-4c) Drucksensorelemente 10 vereinzelt. Bevorzugt erfolgt dies mittels Sägen mit einem sehr dünnen Sägeblatt. Das so erhaltene Drucksensorelement 10, das im folgenden auch als Drucksensorchip 10 bzw. als Sensorchip 10 bezeichnet wird, kann nun in einem in den Figuren 2 und 3 gezeigten Sockel 20 montiert werden.

5 In den Figuren 5 und 6 sind Varianten eines erfindungsgemäßen Drucksensors dargestellt. Als eine erste Variante (in Figur 5 dargestellt) kann der Sensorchip 10 ohne eine Einkerbung, d.h. ohne die in Figur 2 dargestellten Auskragung 17, montiert werden. In diesem Fall befindet sich der erste Befestigungsbereich 14 am Rande des Sensorchips 10 neben dem Membranbereich 12 auf der Vorderseite des Sensorchips 10. Der Sockel besitzt in diesem Fall bevorzugt eine schräg zulaufende Führung, die die zentrische Montage des Drucksensorchips 10 erleichtert.

10 In einer zweiten Variante (in Figur 6 dargestellt) des erfindungsgemäßen Drucksensors wird mittels eines speziellen Sägeblatts der Sensorchip 10 mit einer schrägen Sägekante hergestellt. Dadurch kann der Chip selbstzentriert montiert werden. Dies hat zur Folge, dass die Verbindungsfläche zwischen dem ersten Befestigungsbereich 14 und dem zweiten Befestigungsbereich 22 gegenüber der Ebene der Membran des Sensorchips 10 geneigt ist, d.h. einen spitzen Winkel bildet. In den Figuren 2, 3 und 5 sind die Verhältnisse jeweils so, dass die
15 angesprochene Verbindungsfläche parallel zur Ebene der Membran des Sensorchips 10 ist.

In beiden Varianten des erfindungsgemäßen Drucksensors ist der Sockel 20 jeweils von seiner Rückseite her so vorgesehen, dass sich der Querschnitt des Sockels 20 in Richtung auf den zweiten Befestigungsbereich 22 hin verjüngt. Dadurch ergibt sich die angesprochene zentrische
20 Montierbarkeit des Drucksensorchips 10.

5

10 Ansprüche

1. Drucksensor mit einem Drucksensorelement (10), wobei das Drucksensorelement (10) einen Membranbereich (12) und einen ersten Befestigungsbereich (14) aufweist, wobei der zu messende Druck auf den Membranbereich (12) eine Kraftwirkung (11) ausübt, wobei zur Befestigung des Drucksensorelements (10) der erste Befestigungsbereich (14) mit einem zweiten Befestigungsbereich (22) eines Befestigungselements (20) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Befestigungsbereich (14) und der zweite Befestigungsbereich (22) durch die Kraftwirkung (11) auf Druck belastet werden.
2. Drucksensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Drucksensorelement (10) aus Halbleitermaterial (50) und/oder in Bulkmikromechaniktechnologie hergestellt vorgesehen ist.
3. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensor für hohe Drücke, insbesondere für Drücke bis ca. 1000 bar, vorgesehen ist.
4. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensor für Drücke über 1000 bar vorgesehen ist.
5. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Befestigungselement (20) hinsichtlich seines Temperatúrausdehnungskoeffizienten an das Sensorelement (10) angepasst vorgesehen ist.
6. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Befestigungsbereich (14) und dem zweiten Befestigungsbereich ein Verbindungsmaterial (15) vorgesehen ist, wobei das Verbindungsmaterial (15) insbesondere vergleichsweise weich vorgesehen ist.
7. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Membranbereich (12) Widerstandselemente (16) vorgesehen sind.

8. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsfläche zwischen dem ersten Befestigungsbereich (14) und dem zweiten Befestigungsbereich (22) parallel zur Membranebene vorgesehen ist.
9. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsfläche zwischen dem ersten Befestigungsbereich (14) und dem zweiten Befestigungsbereich (22) in einem spitzen Winkel zur Membranebene vorgesehen ist.
10. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Querschnitt des Befestigungselements (20) zum zweiten Befestigungsbereich 22 hin verjüngt.

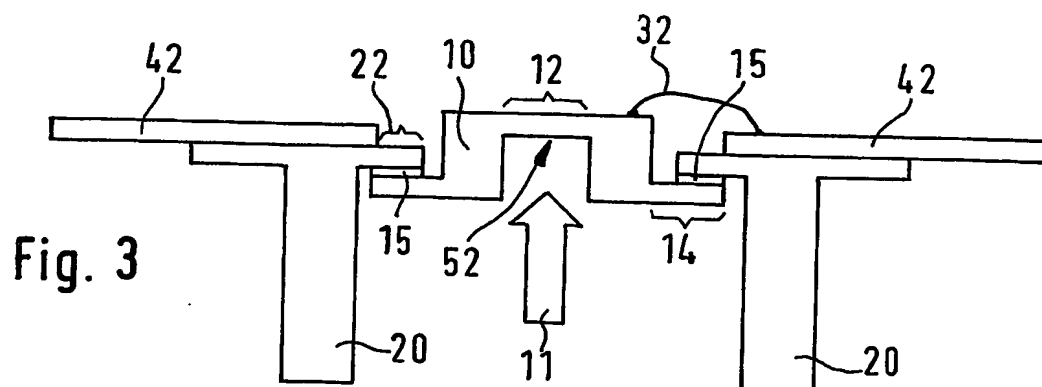
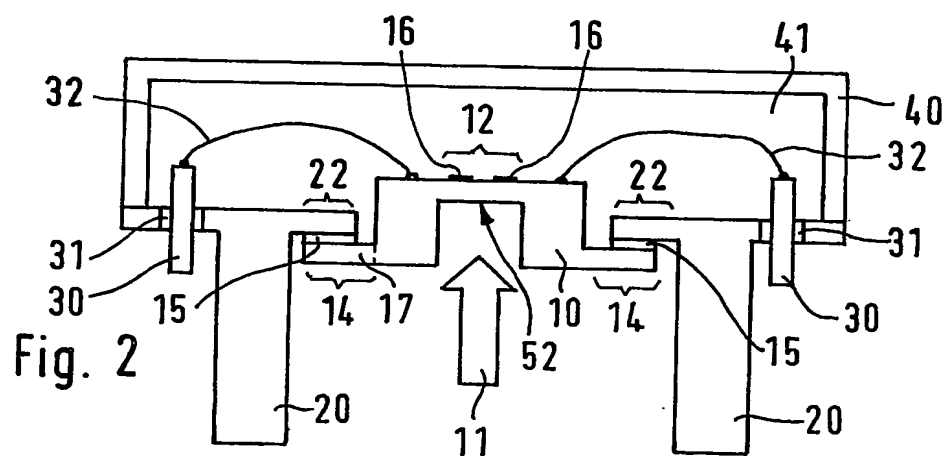
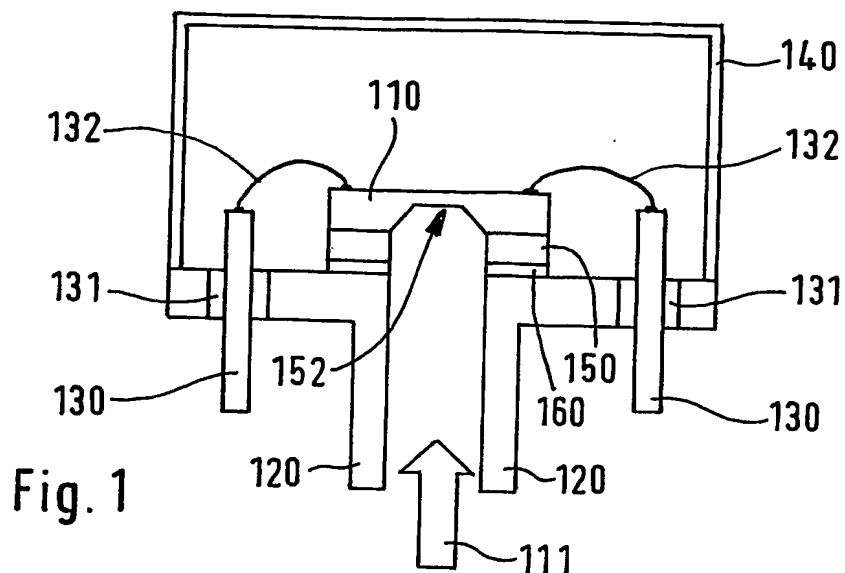
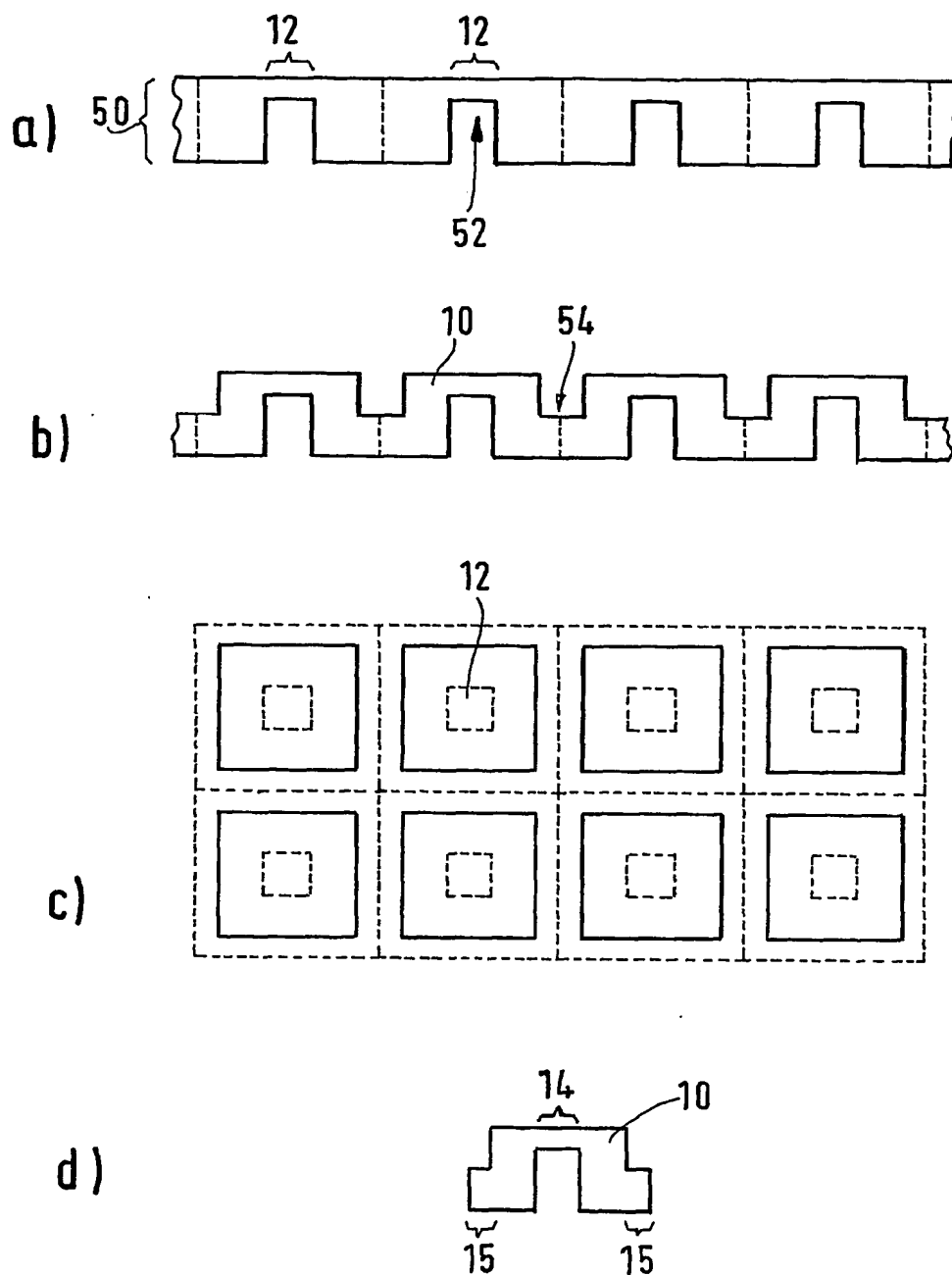
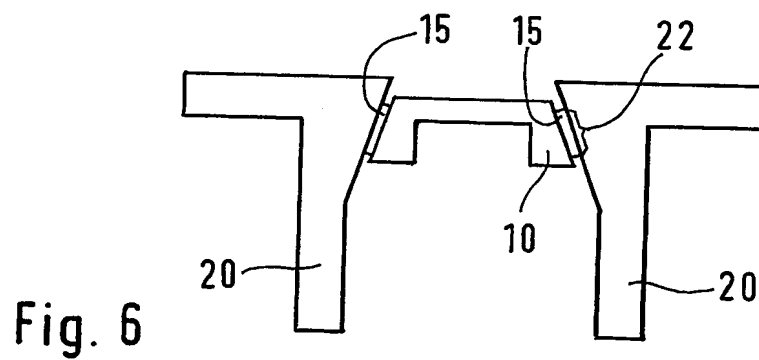
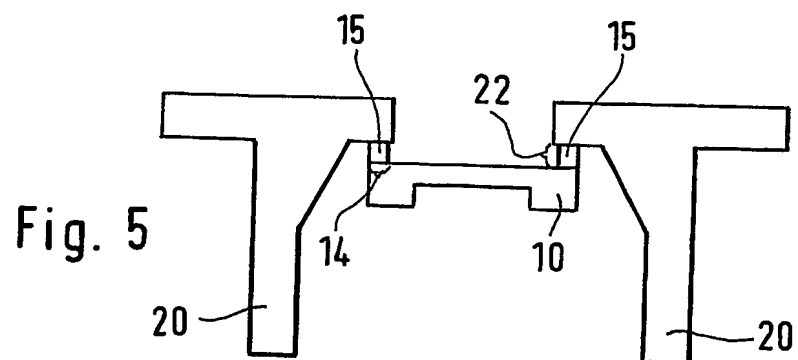


Fig. 4





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International cation No

PCT/DE 03/02756

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01L7/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 427 261 A (TI) 15 May 1991 (1991-05-15) column 2, line 40 - line 51; figure 1 ---	1
X	DE 39 13 031 A (NIPPON SOKEN) 25 October 1990 (1990-10-25) column 3, line 9-14; figure 1 ---	1
X	E. BOSE: "Fluid Pressur Transducers" ELECTRONIC ENGINEERING, vol. 53, no. 659, 1981, page 169 XP002029075 London (GB) figure 1 ---	1
X	DE 199 29 026 A (BOSCH) 28 December 2000 (2000-12-28) column 2, line 60 - line 68; figure 3 --- -/-	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 January 2004

Date of mailing of the international search report

19/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mielke, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatic cation No
PCT/DE 03/02756

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
------------	---	-----------------------

A	JP 61 132832 A (SANYO) 20 June 1986 (1986-06-20) figure 1 ----	
A	DE 100 14 634 A (DENSO) 26 October 2000 (2000-10-26) figure 1 ----	
A	FR 2 786 564 A (CEA) 2 June 2000 (2000-06-02) figure 1 ----	
A	EP 0 488 446 A (PUMPTECH) 3 June 1992 (1992-06-03) figure 1 ----	
A	EP 0 735 353 A (E+H) 2 October 1996 (1996-10-02) figure 6 -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DE 03/02756

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 427261	A	15-05-1991	DE 3937522 A1 16-05-1991
			DE 69021325 D1 07-09-1995
			DE 69021325 T2 04-01-1996
			EP 0427261 A2 15-05-1991
			JP 2843667 B2 06-01-1999
			JP 3185325 A 13-08-1991
			US 5090247 A 25-02-1992
DE 3913031	A	25-10-1990	US 4939497 A 03-07-1990
			DE 3913031 A1 25-10-1990
DE 19929026	A	28-12-2000	DE 19929026 A1 28-12-2000
			JP 2001050838 A 23-02-2001
			US 6300169 B1 09-10-2001
JP 61132832	A	20-06-1986	NONE
DE 10014634	A	26-10-2000	DE 10014634 A1 26-10-2000
			FR 2791430 A1 29-09-2000
			JP 2001324402 A 22-11-2001
FR 2786564	A	02-06-2000	FR 2786564 A1 02-06-2000
			EP 1133683 A1 19-09-2001
			WO 0033044 A1 08-06-2000
EP 488446	A	03-06-1992	FR 2669734 A1 29-05-1992
			CA 2056593 A1 30-05-1992
			DE 69112357 D1 28-09-1995
			DE 69112357 T2 29-02-1996
			EP 0488446 A1 03-06-1992
			JP 5215630 A 24-08-1993
			NO 914691 A 01-06-1992
EP 735353	A	02-10-1996	EP 0735353 A1 02-10-1996
			CA 2169991 A1 01-10-1996
			DE 59504814 D1 25-02-1999
			DK 735353 T3 06-09-1999
			JP 2763518 B2 11-06-1998
			JP 8271365 A 18-10-1996
			US 5665921 A 09-09-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Zeichen

PCT/DE 03/02756

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01L7/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	EP 0 427 261 A (TI) 15. Mai 1991 (1991-05-15) Spalte 2, Zeile 40 - Zeile 51; Abbildung 1 ---	1
X	DE 39 13 031 A (NIPPON SOKEN) 25. Oktober 1990 (1990-10-25) Spalte 3, Zeile 9-14; Abbildung 1 ---	1
X	E. BOSE: "Fluid Pressur Transducers" ELECTRONIC ENGINEERING, Bd. 53, Nr. 659, 1981, Seite 169 XP002029075 London (GB) Abbildung 1 ---	1
X	DE 199 29 026 A (BOSCH) 28. Dezember 2000 (2000-12-28) Spalte 2, Zeile 60 - Zeile 68; Abbildung 3 ---	1
-/-		

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Januar 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/01/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mielke, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

International - tenzeichen

PCT/DE 03/02756

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie° Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile Betr. Anspruch Nr.

A	JP 61 132832 A (SANYO) 20. Juni 1986 (1986-06-20) Abbildung 1	
A	DE 100 14 634 A (DENSO) 26. Oktober 2000 (2000-10-26) Abbildung 1	
A	FR 2 786 564 A (CEA) 2. Juni 2000 (2000-06-02) Abbildung 1	
A	EP 0 488 446 A (PUMPTECH) 3. Juni 1992 (1992-06-03) Abbildung 1	
A	EP 0 735 353 A (E+H) 2. Oktober 1996 (1996-10-02) Abbildung 6	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen,

selben Patentfamilie gehören

International: anzeichen

PCT/DE 03/02756

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Öffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 427261	A	15-05-1991	DE 3937522 A1 DE 69021325 D1 DE 69021325 T2 EP 0427261 A2 JP 2843667 B2 JP 3185325 A US 5090247 A	16-05-1991 07-09-1995 04-01-1996 15-05-1991 06-01-1999 13-08-1991 25-02-1992
DE 3913031	A	25-10-1990	US 4939497 A DE 3913031 A1	03-07-1990 25-10-1990
DE 19929026	A	28-12-2000	DE 19929026 A1 JP 2001050838 A US 6300169 B1	28-12-2000 23-02-2001 09-10-2001
JP 61132832	A	20-06-1986	KEINE	
DE 10014634	A	26-10-2000	DE 10014634 A1 FR 2791430 A1 JP 2001324402 A	26-10-2000 29-09-2000 22-11-2001
FR 2786564	A	02-06-2000	FR 2786564 A1 EP 1133683 A1 WO 0033044 A1	02-06-2000 19-09-2001 08-06-2000
EP 488446	A	03-06-1992	FR 2669734 A1 CA 2056593 A1 DE 69112357 D1 DE 69112357 T2 EP 0488446 A1 JP 5215630 A NO 914691 A	29-05-1992 30-05-1992 28-09-1995 29-02-1996 03-06-1992 24-08-1993 01-06-1992
EP 735353	A	02-10-1996	EP 0735353 A1 CA 2169991 A1 DE 59504814 D1 DK 735353 T3 JP 2763518 B2 JP 8271365 A US 5665921 A	02-10-1996 01-10-1996 25-02-1999 06-09-1999 11-06-1998 18-10-1996 09-09-1997

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☒ OTHER: small text

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.